

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 2 月 24 日 (24.02.2005)

PCT

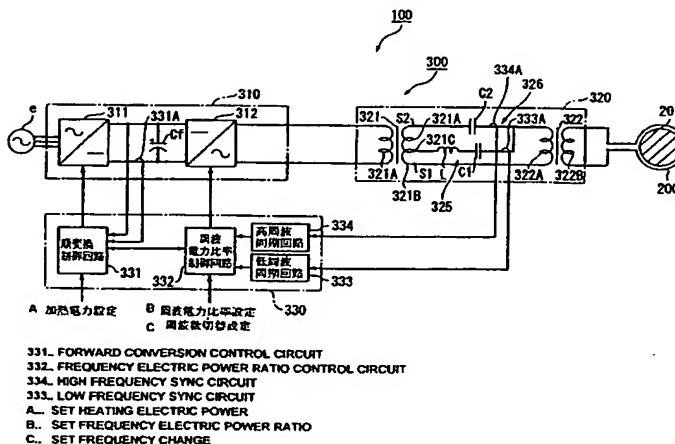
(10) 国際公開番号  
WO 2005/018085 A1

- (51) 国際特許分類: H02P 7/48 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011906 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 楊 躍 (YANG, Yue) [CN/JP]; 〒2540013 神奈川県平塚市田村七丁目 4 番 10 号 高周波熱錬株式会社内 Kanagawa (JP). 生田 文昭 (IKUTA, Fumiaki) [JP/JP]; 〒2540013 神奈川県平塚市田村七丁目 4 番 10 号 高周波熱錬株式会社内 Kanagawa (JP). 高瀬 真一 (TAKASE, Shinichi) [JP/JP]; 〒2540013 神奈川県平塚市田村七丁目 4 番 10 号 高周波熱錬株式会社内 Kanagawa (JP). 熱田 吾郎 (ATSUTA, Gorou) [JP/JP]; 〒2540013 神奈川県平塚市田村七丁目 4 番 10 号 高周波熱錬株式会社内 Kanagawa (JP).  
(22) 国際出願日: 2004 年 8 月 19 日 (19.08.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願2003-207862 2003 年 8 月 19 日 (19.08.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 高周波熱錬株式会社 (NETUREN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418639 東京都品川区東五反田二丁目 1 7 番 1 号 Tokyo (JP).  
(74) 代理人: 木下 實三, 外 (KINOSHITA, Jitsuzo et al.); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目 2 6 番 1 3 号 荻窪 T M ビル 3 階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER SUPPLY APPARATUS AND INDUCTION HEATING APPARATUS

(54) 発明の名称: 電力供給装置および誘導加熱装置



(57) Abstract: A converter (311) converts an AC voltage value (e) to the DC electric power of a DC voltage value corresponding to a set input. An inverter (312) is controlled by a frequency electric power control circuit part (330) to convert the DC electric power to a dual frequency AC electric power for alternately outputting low and high frequencies at a frequency ratio (duty) corresponding to the set input. A matching transformer (321) having a tap (321C) at which the resonance impedance corresponds to the output impedance of an oscillator circuit part (310) receives the dual frequency AC electric power. A low frequency series resonance circuit (325) or a high frequency series resonance circuit (326) is caused to provide a series resonance, thereby causing an induction heating coil (200) to induction heat an object (201) to be heated. In this way, the single oscillator circuit part (310) and the single induction heating coil (200) are used to effectively induction heat the object (201) by means of the dual frequency resonance.

(57) 要約: コンバータ 311 で交流電圧値 e を設定入力に対応した直流電圧値の直流電力に変換する。インバータ 312 で周波電力制御回路部 330 の制御により、前記の直流電力を設定入力に対応した周波比率 (デューティ) で交互に低周波と高周波を出力する 2 周波交流電力に変換する。共振インピーダンスを発振回路部 310 の出力インピーダンスに対応させた条件のタップ 321C を有した整合変圧器 321 に 2 周波交流電力を供給し、低周波直列共振回路 325 または高周波直列共振回路 326 で直列共振させて誘導加熱コイル 2

[続葉有]



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

IAP20 Rec'd PCT/PTO 15 FEB 2006

## 明 細 書

## 電力供給装置および誘導加熱装置

## 技術分野

- [0001] 本発明は、異なる周波数の電力を供給する電力供給装置および誘導加熱装置に関する。

## 背景技術

- [0002] 従来、誘導電動機や誘導加熱装置などの1つの誘導負荷の出力を制御するにあたり、負荷に供給する交流電力の周波数を変更可能とした電力供給装置が知られている(例えば、特許文献1)。
- [0003] この特許文献1に記載のものは、高周波を供給する第1の変換器と、中周波を供給する第2の変換器とを、1つの誘導コイルに並列に接続している。すなわち、高周波を供給する第1の変換器を直列共振回路として、誘導コイルの無効電力を直列補償するコンデンサにて、中周波を供給する第2の変換器からの中周波の帰還を低減させている。また、第2の変換器に並列にコンデンサを接続して誘導コイルの無効電力を補償させるとともに、第2の変換器と、第1の変換器および第2の変換器の共通接点との間に、高周波の帰還を抑制させるリアクトルおよびこのリアクトルの無効電力を補償する追加補償のコンデンサの直列回路を直列に接続している。
- [0004] 特許文献1:特許第3150968号公報(第2頁右欄-第3頁右欄、第3図)

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、上記特許文献1に記載のものでは、高周波を供給する第1の変換器と、中周波を供給する第2の変換器の2つの異なる周波数を供給する電源すなわち変換器が必要であり、構造の簡略化が望まれる。また、同時に動作する異なる周波数を供給する変換器間の相互干渉などにより、装置設計が困難である。すなわち、高周波側の変換器の周波数同期回路が低周波の交流リップルの影響を受けて周波数のばらつき、すなわち同期不安定が発生し易い。この相互干渉による影響を軽減するために、上述したようにそれぞれの整合回路にフィルタ回路を追加する必要がある。

り、さらには両周波数ができるだけ離れるように設定することも要求される。このように、回路構成が複雑となり、装置が大型化し、製造性の向上および装置コストの低減が図れないとともに、周波数の設定に制限が多く、汎用性が乏しいなどの問題がある。

[0006] 本発明は、上記問題点などに鑑みて、簡単な構成で異なる周波数の交流電力を供給可能な電力供給装置および誘導加熱装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、誘導負荷に異なる周波数の電力を供給して作用させる電力供給装置であって、異なる周波数の交流電力を出力する発振回路部と、前記異なる周波数に対応し前記誘導負荷とにより共振回路を複数構成する整合回路部と、前記整合回路部のいずれかの共振回路に前記発振回路部から供給される交流電力の周波数を、所定の共振周波数で供給する状態に制御する制御回路部と、を具備したことを特徴とする。

[0008] この発明では、制御回路部により、発振回路部から出力される交流電力の異なる周波数に対応して、誘導負荷により複数構成される整合回路部の共振回路が共振する所定の共振周波数となる状態で、発振回路部から異なる周波数の交流電力を出力させる制御をする。このことにより、1つの発振回路部で異なる2つの周波数により1つの誘導負荷を作用させることが可能で、構成が簡略化する。また、異なる周波数に対応して複数の発振回路部を設ける必要が無く、発振回路部間の相互干渉が生じることがなく、装置設計が容易で、構成が簡略化し、製造性の向上およびコストの低減が容易に図れる。

[0009] 本発明の電力供給装置において、前記整合回路部は、複数の負荷共振インピーダンスを略同一の発振器出力インピーダンスに変換する変圧器を備えることが望ましい。

[0010] この発明では、複数の共振回路の負荷共振インピーダンスと略同一の発振器出力インピーダンスに変換する変圧器を整合回路部に設ける。このことにより、異なる周波数で誘導負荷に最大電力が容易に供給され、誘導負荷の効率的な作用が容易に得られる。

[0011] 本発明の電力供給装置において、前記変圧器は、前記発振回路部に接続され交

流電力が供給される1次巻線と、複数の異なる負荷共振インピーダンスを略同一の発振器出力インピーダンスに変換させるタップを有した2次巻線とを備えることが望ましい。

[0012] この発明では、変圧器として、1次巻線が発振回路部に接続され交流電力が供給され、2次巻線に負荷共振インピーダンスを略同一の発振器出力インピーダンスに変換させるタップを設けた構成とする。このことにより、異なる周波数で誘導負荷に最大電力を供給して効率よく作用させる構成が容易に得られる。

[0013] 本発明の電力供給装置において、前記変圧器は、負荷共振インピーダンスを発振器出力インピーダンスに変換させる共振回路毎に複数設けることが望ましい。

[0014] この発明では、整合回路部の負荷共振インピーダンス毎に略同等の発振器出力インピーダンスの変圧器を複数設ける。このことにより、共振周波数以外の周波電流は流れず、変圧器の構成がそれぞれ簡略化し、コストの低減が容易に図れる。

[0015] 本発明の電力供給装置において、前記制御回路部は、前記発振回路部から出力させる交流電力の周波数を、前記誘導負荷を作用させる状態に対応して切り替える周波電力比率制御回路部を備えることが望ましい。

[0016] この発明では、制御回路部の周波電力比率制御回路部により、発振回路部から出力させる交流電力の周波数を、誘導負荷を作用させる状態に対応して切り替え制御する。このことにより、負荷対象に応じて周波数の同期が容易に採れ、異なる周波数での効率的な共振が得られ、効率的な誘導負荷の作用が得られる。

[0017] 本発明の電力供給装置において、前記周波電力比率制御回路部は、入力手段の入力操作にて設定された前記誘導負荷を作用させる状態に関する設定入力信号に基づいて前記発振回路部から出力させる交流電力の周波数を設定することが望ましい。

[0018] この発明では、入力手段の入力操作により誘導負荷を作用させる状態が設定されると、この状態に関する設定入力信号に基づいて周波電力比率制御回路部が発振回路部から出力させる交流電力の周波数を設定する。このことにより、負荷対象に応じて出力させる交流電力の周波数を適宜設定可能となり、汎用性が向上する。

[0019] 本発明の電力供給装置において、前記周波電力制御回路部は、前記発振回路部

から出力される低周波の出力周波数がインピーダンスの周波数特性で所定の直列共振周波数となる状態に発振回路部の発信周波数を制御させる低周波同期回路部と、前記発振回路部から出力させる高周波の出力周波数が所定のインピーダンスの周波数特性で所定の直列共振周波数となる状態に発振回路部の発信周波数を制御させる高周波同期回路部と、低周波および高周波を切り替える周波数電力制御回路と、を備えることが望ましい。

[0020] この発明では、周波数電力制御回路にて低周波および高周波を適宜切り替え、低周波同期回路部および高周波同期回路部で発振回路部から出力される出力周波数がインピーダンスの周波数特性で所定の直列共振周波数となる状態に発振回路部の発信周波数を制御する。このため、簡単な構成で、周波数電力制御回路にて異なる周波数を容易に切り替えることができ、低周波同期回路部および高周波制御回路部で異なる周波数を容易に同期させることができる。

[0021] 本発明の電力供給装置において、前記制御回路部は、前記発振回路部から出力させる交流電力の周波数を、周期単位で切替制御する周波電力比率制御回路部を備えることが望ましい。

[0022] この発明では、周波電力比率制御回路部により発振回路部から出力する交流電力の周波数を周期単位で切替制御する。このことにより、1周期内で周波数が切替制御されて周期の繰り返して誘導負荷が適宜作用するので、高速切替制御により良好な誘導負荷の作用が得られる。

[0023] 本発明の電力供給装置において、前記周波電力比率制御回路部は、入力手段の入力操作にて設定された前記誘導負荷を作用させる状態に関する設定入力信号に基づいて、切り替えるそれぞれ周波数の時間配分を変更可能であることが望ましい。

[0024] この発明では、入力手段の入力操作により誘導負荷を作用させる状態が設定されると、この状態に関する設定入力信号に基づいて周波電力比率制御回路部が切り替えるそれぞれの周波数の時間配分を変更する。このことにより、誘導負荷の周波数に対応する作用状態が変更可能となり、汎用性が向上する。

[0025] 本発明の電力供給装置において、前記制御回路部は、前記共振回路に流れる周波電流に基づいて前記発振回路部から出力する交流電力の周波数を制御すること

が望ましい。

- [0026] この発明では、制御回路部により、共振回路にそれぞれ流れる周波電流に基づいて、発振回路部から出力する交流電力の周波数を制御する。このことにより、異なる周波数での効率的な直列共振が容易に得られる。
- [0027] 本発明の電力供給装置において、前記制御回路部は、前記発振回路部から供給される交流電力の周波数毎に対応して設けられた同期制御回路部と、前記発振回路部から所定の周波数に対して交流電力を供給しない休止期間に移行する際に前記所定の周波数に関する周期情報を記憶する記憶手段と、を備え、前記所定の周波数に対して交流電力を供給する動作期間に移行する際に前記記憶手段に記憶された同期情報に基づいて前記同期制御回路部にて同期制御をすることが望ましい。
- [0028] この発明では、発振回路部から所定の周波数に対して交流電力供給しない休止期間に移行する際に所定の周波数に関する同期情報を記憶手段に記憶し、所定の周波数に対して交流電力を供給する動作期間に移行する際に記憶手段に記憶された同期情報に基づいて同期制御回路部にて同期制御をする。このことにより、異なる周波数の高速な切替制御が容易に得られ、誘導負荷の異なる周波数に対応する良好な作用が容易に得られる。
- [0029] 本発明の電力供給装置において、前記制御回路部は、前記発振回路部から出力させる交流電力の出力を変更する出力制御回路部を備えることが望ましい。
- [0030] この発明では、制御回路部の出力制御回路部により、発振回路部から出力させる交流電力の出力を適宜変更させる。このことにより、例えば誘導負荷として誘導加熱コイルを用いて異なる周波数で被加熱物を誘導加熱させる際の被加熱物の形状などに対応した加熱条件に設定することが可能となるなど、誘導負荷の作用状態が変更可能となり、汎用性が向上する。
- [0031] 本発明の電力供給装置において、前記発振回路部は、交流電力を所定の直流電力に変換する順変換回路部と、この順変換回路部にて変換した直流電力を所定の交流電力に変換する逆変換回路部とを備え、前記出力制御回路部は、順変換回路部から出力する直流電力の出力値をフィードバック制御することが望ましい。
- [0032] この発明では、逆変換回路部にて交流電力に変換する直流電力を交流電力から

変換する発振回路部の順変換回路部から出力する直流電力の出力を、出力制御回路部にてフィードバック制御することで発振回路部から出力する交流電力の出力を変更制御する。このことにより、簡単な構成で容易に交流電力の出力が変更される。

[0033] 本発明の電力供給装置において、前記発振回路部は、直流電力を電圧方形波の交流電力に変換する逆変換回路部を備えることが望ましい。

[0034] この発明では、発振回路部の逆変換回路部として、直流電力を電圧方形波の交流電力に変換する電圧形とする。このことにより、異なる周波数の交流電力を高速に切替出力させることが容易に得られ、効率的な誘導負荷の作用が得られる。

[0035] 本発明の誘導加熱装置は、前述した本発明の電力供給装置と、この電力供給装置から供給される異なる周波数の電力により被加熱物を誘導加熱する誘導加熱コイルと、を具備したことを特徴とする。

[0036] この発明では、前述した本発明の電力供給装置から供給される異なる周波数電力にて誘導加熱コイルにより被加熱物を誘導加熱させる。このことにより、誘導加熱するための構成が簡略化し、製造性の向上およびコストの低減が容易に得られる。

### 発明の効果

[0037] 本発明によれば、複数の共振回路が共振する所定の共振周波数となる状態で発振回路部から異なる周波数の交流電力を出力させるため、1つの発振回路部で異なる2つの周波数により1つの誘導負荷を作用させることが可能で、構成が簡略化し、発振回路部間の相互干渉が生じることがなく、装置設計が容易で、構成が簡略化し、製造性の向上およびコストの低減が容易に図れる。

### 図面の簡単な説明

[0038] [図1]図1は本発明の第1の実施の形態に係る誘導加熱装置の概略構成を示す回路図である。

[図2]図2は前記第1の実施の形態の整合回路部におけるインピーダンスの周波数特性を示すグラフである。

[図3]図3は本発明の第2の実施の形態に係る誘導加熱装置の概略構成を示す回路図である。

[図4]図4は本発明の第3の実施の形態に係る誘導加熱装置の概略構成を示す回路



図である。

[図5]図5は本発明のさらに他の実施の形態に係る誘導加熱装置の概略構成を示す回路図である。

[図6]図6は本発明のさらに他の実施の形態に係る誘導加熱装置の概略構成を示す回路図である。

### 符号の説明

- [0039]        100, 400, 600    誘導加熱装置
- 200    誘導負荷としての誘導加熱コイル
- 201    被加熱物
- 300, 500, 700    電力供給装置
- 310    発振回路部
- 311    順変換回路部としてのコンバータ
- 312    逆変換回路部としてのインバータ
- 320, 520, 720    整合回路部
- 321    変圧器である整合変圧器
- 321A, 521A    1次巻線
- 321B, 521B    2次巻線
- 321C    タップ
- 330    制御回路部
- 331    出力制御回路部としての順変換制御回路部
- 332    周波電力比率制御回路としての周波電力比率制御回路部
- 521    変圧器である低周波整合変圧器
- 522    変圧器である高周波整合変圧器

### 発明を実施するための最良の形態

- [0040]    以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。本実施の形態では、例えば被加熱物として表面に複数の凹凸を有した複雑な形状の歯車やねじ、ボルト、ナットなどのほか、複合材料の部材などを加熱処理する誘導加熱装置を例示して説明するが、これに限らず、いずれの被加熱物をも対象とすることができる。また、誘導加

熱の他、いずれの負荷に電力を供給する構成に適用できる。さらには、低周波と高周波との異なる2つの周波数で電力を供給する構成について説明するが、これに限らず、複数の周波数で電力を供給させることもできる。

[0041] 〔第1の実施の形態〕

図1は、第1の実施の形態における誘導加熱装置の概略構成を示す回路図である。図2は、整合回路部におけるインピーダンスの周波数特性を示すグラフである。

[0042] (誘導加熱装置の構成)

図1において、100は誘導加熱装置で、この誘導加熱装置100は、被加熱物201を誘導加熱する誘導加熱コイル200と、この誘導加熱コイル200に異なる周波数の電力を供給して誘導加熱させる電力供給装置300と、を備えている。

[0043] 誘導加熱コイル200は、電力供給装置300に接続されている。そして、誘導加熱コイル200は、例えば等価インダクタンス $L_0$ が数十から数百nHのものが用いられ、電力供給装置300から異なる周波数の交流電力が供給されて被加熱物201を誘導加熱する。また、電力供給装置300は、発振回路部310と、整合回路部320と、制御回路部330と、を備えている。

[0044] 発振回路部310は、例えば電圧形で、商用交流電源eから所定の異なる周波数すなわち高周波および低周波の電力を、所定のデューティ比で高速に切替出力する。この発振回路部310は、順変換回路部としてのコンバータ311と、電圧型の逆変換回路部としてのインバータ312と、平滑コンデンサCfと、を備えている。コンバータ311は、例えば各種のブリッジ整流回路が用いられる順変換回路で、商用交流電源eに接続されて商用交流電源eを直流電力に変換する。この変換された直流電力は、平滑コンデンサCfを介して適宜平滑されてインバータ312へ出力される。インバータ312は、コンバータ311から出力される直流電力を、一定の周波数、例えば10kHz以上300kHz以下の電圧方形波の単相の交流電力に変換する。具体的には、インバータ312は、スイッチング素子である図示しないトランジスタなどを有し、スイッチング素子のオンオフ制御により交流電力を出力する。

[0045] 整合回路部320は、低周波および高周波に対応した異なる2つの直列共振周波数を有し、発振回路部310から出力される高周波あるいは低周波の電力により、誘導

加熱コイル200により直列共振し、被加熱物201を誘導加熱する。この整合回路部320は、整合変圧器321と、リアクトルLと、第1のコンデンサC1と、第2のコンデンサC2と、電流変成器322と、を備えている。

[0046] 電流変成器322の2次巻線322Bには、誘導加熱コイル200が接続される。そして、この2次巻線322Bの巻数比をNとし、誘導加熱コイル200の等価インダクタンスを $L_0$ とすると、誘導加熱コイル200が2次側に接続された電流変成器322の1次側に、 $N^2 L_0$ の負荷コイル等価インダクタンスが生じる。また、第1のコンデンサC1は、例えば数十 $\mu F$ のものが用いられ、例えば数 $\mu F$ の第2のコンデンサC2よりインピーダンスがはるかに大きく、例えば10〜20倍の大きさに設定されている。さらに、リアクトルLは、例えば数 $\mu H$ のものが用いられ、インダクタンスが負荷コイル等価インダクタンス $N^2 L_0$ より大きく、例えば4〜5倍程度に設定されている。

[0047] 整合変圧器321は、負荷共振インピーダンスである高周波および低周波の2つの共振周波負荷のインピーダンスと、発振器出力インピーダンスである発振回路部310から出力される交流電力の出力インピーダンスとを整合(一致)させる。この整合変圧器321は、1次巻線321Aが発振回路部310に接続され、変換された交流電力が入力される。また、整合変圧器321は2次巻線321Bにタップ321Cを有し、このタップ321Cは高周波および低周波の2つの共振周波数に対応した2次巻線321Bの位置に設けられている。すなわち、整合変圧器321には、2次巻線321Bの図示しない引き出し線がそれぞれ接続される一対の出力端子S1, S2間の出力等価インピーダンスと、タップ321Cおよび出力端子S1間の出力等価インピーダンスとを有している。

[0048] この整合変圧器321における2次巻線321Bの両端の図示しない引き出し線が接続される一対の出力端子S1, S2間には、第2のコンデンサC2および電流変成器322の1次巻線322Aの直列回路が接続されている。すなわち、整合変圧器321の出力等価インピーダンスが比較的に大きい2次巻線321Bの両端間に、インピーダンスが比較的に小さい第2のコンデンサC2を接続する。また、整合変成器321のタップ321Cと、第1のコンデンサC1および電流変成器322の一次巻線322Aの接続点との間には、リアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路が接続されている。すなわち、整合変圧器321の出力等価インピーダンスが比較的に小さい2次巻線321Bの

一方の出力端子S1およびタップ321C間にインピーダンスが比較的に大きい第1のコンデンサC1およびリアクトルLの直列回路を接続する。

[0049] このように、整合回路部321には、リアクトルL、第1のコンデンサC1および負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ により構成され低周波で直列共振する低周波直列共振回路325と、第2のコンデンサC2および負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ により構成され高周波で直列共振する高周波直列共振回路326と、が構成されている。すなわち、低周波直列共振回路325は、負荷共振インピーダンスが低いため、大きなインピーダンス変換比を持つ2次巻線321Bの一方の出力端子S1およびタップ321C間に接続される。また、高周波直列共振回路326は、負荷共振インピーダンスが高いため、小さいインピーダンス変換比を持つ2次巻線321Bの両端間の出力端子S1, S2間に接続される。

[0050] このように、整合回路部320は、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326により、低周波および高周波の異なる2つの共振周波数に対する異なる共振インピーダンスを有している。これら共振インピーダンスが整合変圧器321の出力等価インピーダンスと一致するように構成されている。すなわち、整合変圧器321の出力等価インピーダンスが小さくなるタップ321Cおよび出力端子S1間に共振インピーダンスが小さい低周波直列共振回路325が接続される状態とし、出力等価インピーダンスが大きくなる出力端子S1, S2間に共振インピーダンスが大きい高周波直列共振回路326が接続される状態となっている。

[0051] そして、供給する電力の出力インピーダンスが負荷インピーダンスと一致したとき、負荷に最大電力を供給できるため、図2のグラフに示す整合回路部320におけるインピーダンスの周波数特性に基づいて、整合回路部320は出力インピーダンスと低周波直列共振回路325および低周波直列共振回路326の共振インピーダンスとを整合変成器321にて整合させて効率よく最大電力を供給させる。さらに、整合回路部320は、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326の共振点における回路インピーダンスが交流電力の純抵抗になり、周波数の平方根に比例するので、高周波直列共振回路326の共振インピーダンスが低周波直列共振回路325の共振インピーダンスより、 $\{(高周波の周波数) / (低周波の周波数)\}$ の平方根に比

例して大きくなっている。

[0052] 制御回路部330は、整合回路部320で直列共振させる低周波および高周波の同期を採って、発振回路部310を制御して所定の時間比率配分で低周波および高周波を高速に切替出力させる。この制御回路部330は、図示しない入力手段に接続されている。この入力手段は、操作者による加熱電力の設定や電力比率の設定などの各種設定に対応した入力操作に対応して所定の信号を出力する。そして、制御回路部330は、入力手段からの設定入力信号に基づいて発振回路部310を制御し、加熱電力や電力比率を制御する。この制御回路部330は、順変換制御回路部331と、周波電力比率制御回路としての周波電力比率制御回路部332と、低周波同期回路部333と、高周波同期回路部334と、を備えている。

[0053] 順変換制御回路部331は、発振回路部310のコンバータ311に接続されている。この順変換制御回路部331は、コンバータ311から出力される直流電力の出力値を認識し、入力手段から出力される加熱電力に関する設定入力信号に基づいて、所定の出力値となる状態にコンバータ311を制御する。具体的には、コンバータ311の出力側の電圧値を検出するとともに、コンバータ311の出力側に設けた直流電流センサなどの電流検出手段331Aにて電流値を検出し、入力手段からの設定入力信号に基づいてサイリスタなどにて直流電圧および電流フィードバック制御などにより出力される直流電力の出力値を制御する。

[0054] 周波電力比率制御回路部332は、発振回路部310のインバータ312に接続されている。この周波電力比率制御回路部332は、インバータ312から出力する低周波あるいは高周波の交流電力を、入力手段の入力操作に対応した電力比率に関する設定信号に基づいて所定の電力比率すなわちデューティ比で、高速、例えば1msで切り替えさせる制御をする。具体的には、入力手段からの設定入力信号に基づいて、低周波および高周波の1周期、例えば100ms内にそれぞれの交流電力を出力させる期間を設定し、低周波および高周波の切替および電力比率を制御する。

[0055] また、周波電力比率制御回路部332は、低周波および高周波を切り替えるタイミングに関する信号、例えばデューティ比に関する信号を順変換制御回路部331に出力する。このタイミングに関する信号を取得した順変換制御回路部331は、コンバータ3

11から出力させる直流電力の出力値が低周波および高周波のタイミングでそれぞれ所定の出力値となるように制御させる。

[0056] 低周波同期回路部333は、整合回路部320に接続されているとともに周波電力比率制御回路部332に接続されている。そして、低周波同期回路部333は、整合回路部320の低周波直列共振回路325の周波電流を例えば低周波電流センサなどの低周波電流検出手段333Aにて検出し、周波電力比率制御回路部332に所定の制御信号を出力する。この制御信号は、周波電力比率制御回路部332にて発振回路部310から出力する低周波の出力周波数が、図2のインピーダンスの周波数特性グラフ中でF1として示すような直列共振周波数となるように、インバータ312の発振周波数を制御させるための信号である。また、低周波同期回路部333は、周波電流を検出できず、制御信号の出力を停止する休止期間に移行する際、検出する周波電流に関する同期情報である周波数情報を、別途メモリなどの記憶手段に記憶し、再び周波電流を検出して制御信号を出力する動作期間に移行する際、記憶手段に記憶した周波数情報を読み出し、周波数同期のための制御信号を出力する制御をする。

[0057] 高周波同期回路部334は、整合回路部320に接続されているとともに周波電力比率制御回路部332に接続されている。そして、高周波同期回路部334は、整合回路部320の高周波直列共振回路326の周波電流を例えば高周波電流センサなどの高周波電流検出手段334Aにて検出し、周波電力比率制御回路部332に所定の制御信号を出力する。この制御信号は、低周波同期回路部333と同様に、周波電力比率制御回路部332にて発振回路部310から出力する高周波の出力周波数が、図2のインピーダンスの周波数特性グラフ中でF2として示すような直列共振周波数となるように、インバータ312の発振周波数を制御させるための信号である。さらに、高周波同期回路部334は、低周波同期回路部333と同様に、周波電流を検出できず、制御信号の出力を停止する休止期間に移行する際、検出する周波電流に関する周波数情報を記憶手段に記憶し、再び周波電流を検出して制御信号を出力する動作期間に移行する際、記憶手段に記憶した周波数情報を読み出し、周波数同期のための制御信号を出力する制御をする。

[0058] そして、これら周波電力比率制御回路部332と、低周波同期回路部333と、高周波

同期回路部334とにより、本発明の周波電力制御回路部が構成される。なお、本発明の周波電力比率制御回路部としては、この構成に限られない。

[0059] (誘導加熱装置の動作)

次に、上記第1の実施の形態における誘導加熱装置100の動作について説明する。

[0060] まず、操作者が電源を投入し、誘導加熱する被加熱物201に応じて入力手段を適宜入力操作することで、加熱電力および電力比率が入力される。この入力操作により入力手段から出力される設定入力信号のうち、加熱電力に関する設定入力信号が制御回路部330の順変換制御回路部331に入力され、電力比率に関する設定入力信号が制御回路部330の周波電力比率制御回路部332に入力される。

[0061] そして、商用交流電源eが供給される発振回路部310のコンバータ311は、順変換制御回路部331による加熱電力に関する設定入力信号に基づいた制御により、商用交流電源eを所定の出力の直流電力に変換して出力する。すなわち、順変換制御回路部331は、コンバータ311の出力側の直流電圧を検出するとともに電流検出手段331Aにて電流値を検出し、サイリスタなどにて直流電圧および電流フィードバック制御などにより、コンバータ311から出力させる出力電力を調整する。

[0062] このコンバータ311から出力される直流電力は、平滑コンデンサCfで適宜平滑されインバータ312へ供給される。そして、直流電力が供給されたインバータ312は、周波電力比率制御回路部332による電力比率に関する設定入力信号に基づいた制御により、直流電力を低周波または高周波の交流電力に変換して切替出力する。すなわち、周波電力比率制御回路部332は、設定入力信号に基づいて1周期である100ms内でインバータ312から出力する交流電力の低周波および高周波の出力比率を設定し、高周波同期回路334および低周波同期回路333からの制御信号に基づいて所定の出力周波数で同期させつつ、低周波または高周波の交流電力を高速で切替出力させる。

[0063] このインバータ312から出力される交流電力が整合回路部320に供給され、整合回路部320はこの整合回路部320に接続された誘導加熱コイル200とにより低周波あるいは高周波にて直列共振状態となり、被加熱物201を誘導加熱する。この整合

回路部320における直列共振では、インバータ312から出力される交流電力が低周波の場合、第2のコンデンサC2が第1のコンデンサC1より遙かに小さい、例えば $1/10 \sim 1/20$ のインピーダンスである。このことから、低周波に対して高周波直列共振回路326を構成する第2のコンデンサC2が開状態となり、この第2のコンデンサC2には低周波の交流電力がほとんど流れず、低周波直列共振回路325を構成する第1のコンデンサC1側に交流電力が供給される。すなわち、整合回路部320は、低周波の交流電力により低周波直列共振回路325が直列共振状態となり、被加熱物201を誘導加熱する。

[0064] また、インバータ312から出力される交流電力が高周波の場合、出力等価インピーダンスが整合変圧器321の2次巻線321Bよりこの2次巻線321Bの一方の引き出し線が接続する出力端子S1とタップ321Cとの間の方が小さく、リアクトルLが負荷コイル等価インダクタンス $N^2 L_0$ より例えば4〜5倍大きいので、高周波に対して低周波直列共振回路325を構成するリアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路が開状態となり、このリアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路には高周波の交流電力はほとんど流れず、高周波直列共振回路326を構成する第2のコンデンサC2側に交流電力が供給される。すなわち、整合回路部320は、高周波の交流電力により、高周波直列共振回路326が直列共振状態となり、被加熱物201を誘導加熱する。

[0065] このように、被加熱物201を誘導加熱する誘導加熱コイル200が、整合回路部320を通して、高い周波数と低い周波数との両方の交流電力を発生でき、かつ、高周波電力と低周波電力の間に1msのような高速で切り替えできる電圧形の発振回路部310に接続され、整合回路部320には低い周波数の第1の直列共振と高い周波数の第2の直列共振との2つの直列共振回路を備えた構成となっている。そして、誘導加熱装置100における発振回路部310は、低周波でも、高周波でも、単独に動作できる電圧形であると同時に、高周波と低周波とが任意の電力比率（デューティ比）で、かつ、高低周波の間に1ms程度の高速で切り替えできる機能を設けている。この機能を実現すべく、制御回路部330に、高周波と低周波とはそれぞれ自分の周波数同期（PLL）回路である高周波同期回路部334と低周波同期回路部333とが設けられ、



両PLL回路が設定された時間比例配分で交互(タイムシェリング)に動作し、各自の周波動作期間中に、PLL回路が周波数に同期し、動作期間から休止期間に入る際、その直前の周波数同期情報を記憶(保持)し、その後再び動作期間に戻る際、先ほど記憶された同期情報を復元し、周波数同期が再開する。動作期間と休止期間との間隔が非常に短い周期(100ms以下)に設定されていたため、その間に温度の変化による誘導負荷共振周波数の変動が僅かで、同期追従の時間が短く、高速化できる。

[0066] (第1の実施の形態の作用効果)

上述したように、上記実施の形態では、制御回路部330により、整合回路部320の低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326がそれぞれ誘導加熱コイル200により直列共振する所定の低周波の共振周波数あるいは所定の高周波の共振周波数となる状態で、発振回路部310から低周波および高周波の異なる周波数の交流電力を出力させる。このため、1つの発振回路部310で異なる2つの周波数により1つの誘導加熱コイル200にて被加熱物201を誘導加熱させることができ、構成が簡略化し、製造性の向上およびコストの低減を容易に図ることができる。さらに、発振回路部310が低周波および高周波の交流電力を出力するために一対設ける必要がなく、1つの発振回路部310にて異なる低周波および高周波の交流電力を供給するので、一対の発振器間の相互の干渉が生じることがなく、装置設計が容易で、構成を簡略化でき、製造性の向上およびコストの低減を容易に図ることができる。

[0067] そして、整合回路部320に低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326の共振インピーダンスに対応してそれぞれに同等の出力等価インピーダンスを複数有した整合変成器321を設け、発振回路部310から供給される交流電力にてそれぞれ直列共振させて誘導加熱する。このため、誘導負荷である誘導加熱コイル200に最大電力を供給でき、被加熱物201を効率よく誘導加熱できる。

[0068] さらに、各共振インピーダンスにそれぞれ同等の出力等価インピーダンスを整合変圧器321に設定する構成として、各共振インピーダンスと略同等の出力等価インピーダンスとなる条件で2次巻線321Bにタップ321Cを設けている。このため、誘導加熱コイル200に最大電力を供給して異なる周波数で効率よく誘導加熱する構成が容易

に得られる。特に、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326の複数の共振回路を備える構成でも、1つの変圧器で異なる周波数毎にそれぞれ最大電力を供給させる構成が容易に得られる。

[0069] また、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326に流れる周波電流に基づいて、図2中のF1あるいはF2に示すような低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326の共振周波数となるように、制御回路部330の周波電力比率制御回路部332にてインバータ312を制御して出力する交流電力の周波数を制御している。このため、周波数同期が容易に採れ、効率よく低周波あるいは高周波で直列共振でき、効率よく誘導加熱できる。

[0070] さらに、出力する交流電力の周波数の制御として、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326に流れる周波電流をセンサなどの低周波電流検出手段333Aおよび高周波電流検出手段334Aにて検出する。これら検出した周波電流に基づいて、制御回路部330の低周波同期回路部333および高周波同期回路部334により出力比率制御回路部332でインバータ312の制御状態を設定する制御信号を出力して制御させる。このため、効率的な低周波および高周波による異なる誘導加熱状態が簡単な構成で容易に得られる。

[0071] そして、誘導加熱コイル200にて被加熱物201を誘導加熱する状態、例えば歯車の形状などにより入力操作にて設定入力した加熱条件などに対応する電力比率であるデューティ比で、出力する交流電力の低周波および高周波を周波電力比率制御回路部332にて切替制御する。このため、被加熱物201に対応して適切に誘導加熱でき、汎用性を向上できる。そして、入力手段による入力操作にて電力比率を変更可能としているため、簡単な構成で容易に誘導加熱状態を設定変更でき、汎用性を容易に向上できる。

[0072] さらに、制御回路部330にて発振回路部310から出力する交流電力の出力値を、例えば歯車の形状などにより入力操作にて設定入力した加熱条件などに対応する出力値で順変換制御回路部331にて変更制御する。このため、被加熱物201に対応して適切に誘導加熱でき、汎用性を向上できる。そして、入力操作にて出力値を変更可能としているため、簡単な構成で容易に誘導加熱状態を設定変更でき、汎用

性を容易に向上できる。そして、コンバータ311から出力する直流電力の出力値を変更することで発振回路部310から出力する交流電力の出力を変更制御しているため、簡単な構成で容易に交流電力の出力変更ができる。

[0073] そして、インバータ312として、電圧方形波の交流電力に変換する電圧型を用いるので、低周波および高周波を容易に高速、例えば1msで切替できる構成が得られる。このため、低周波および高周波を切り替える際の誘導加熱の停止期間が1msと極めて短いので、誘導加熱の停止期間中に温度が低下する温度変化により誘導負荷周波数すなわち誘導負荷の共振周波数の変動がほとんどない。つまり、インピーダンスとしては共振周波数にあっているので、誘導負荷の共振周波数の変動がほとんどない。したがって、良好な誘導加熱ができるとともに、同期追従の時間も短くでき、効率よく誘導加熱できる。

[0074] また、リアクトルLのインダクタンスを負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ より大きく設定し、第1のコンデンサC1のインピーダンスを第2のコンデンサC2のインピーダンスより遙かに大きく設定して、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326を構成させることで、整合回路部320に異なる低周波および高周波にて共振する共振回路を構成させている。このため、簡単な構成で1つの発振回路部310でも異なる低周波および高周波にて共振する共振回路を構成できる。

[0075] [第2の実施の形態]

(誘導加熱装置の構成)

次に、本発明における第2の実施の形態に係る誘導加熱装置の概略構成について図面を参照して説明する。図3は、第2の実施の形態における誘導加熱装置の概略構成を示す回路図である。

[0076] 図3において、400は誘導加熱装置で、この誘導加熱装置400は、図1および図2に示す第1の実施の形態における誘導加熱装置100と同様の誘導加熱コイル200と、この誘導加熱コイル200に所定の異なる周波数の電力を供給して誘導加熱させる電力供給装置500と、を備えている。そして、電力供給装置500は、第1の実施の形態における誘導加熱装置100と同様の発振回路部310および制御回路部330と、整合回路部520と、を備えている。なお、誘導加熱装置400において、図1に示す誘

導加熱装置100と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0077] そして、整合回路部520は、低周波および高周波に対応した異なる2つの直列共振周波数を有し、発振回路部310から出力される高周波あるいは低周波の電力により、誘導加熱コイル200により直列共振し、被加熱物201を誘導加熱する。この整合回路部520は、低周波整合変圧器521と、高周波整合変圧器522と、リアクトルLと、第1のコンデンサC1と、第2のコンデンサC2と、電流変成器322と、を備えている。

[0078] 低周波整合変圧器521は、低周波の共振周波負荷のインピーダンスと、発振回路部310から出力される直流電力の出力インピーダンスとを整合(一致)させる。この低周波整合変圧器521は、1次巻線521Aが発振回路部310に接続され、変換された交流電力が入力される。

[0079] また、低周波整合変圧器521の2次巻線521Bには、リアクトルL、第1のコンデンサC1および電流変成器322の1次巻線322Aが直列に接続されている。そして、リアクトルL、第1のコンデンサC1および負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ により構成され低周波で直列共振する低周波直列共振回路325が構成されている。この低周波直列共振回路325の共振インピーダンスと一致するように、低周波整合変圧器521の2次巻線521Bの出力等価インピーダンスが設定されている。

[0080] 高周波整合変圧器522は、高周波の共振周波負荷のインピーダンスと、発振回路部310から出力される直流電力出力インピーダンスとを整合(一致)させる。この高周波整合変圧器522は、1次巻線522Aが発振回路部310に低周波整合変成器521の1次巻線521Aと並列に接続され、変換された交流電力が入力される。

[0081] また高周波整合変圧器522の2次巻線522Bには、第2のコンデンサC2および電流変成器322の1次巻線322Aが直列に接続されている。そして、第2のコンデンサC2および負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ により構成され高周波で直列共振する高周波直列共振回路326が構成されている。この高周波直列共振回路326の共振インピーダンスと一致するように、高周波整合変圧器522の2次巻線522Bの出力等価インピーダンスが設定されている。

[0082] (誘導加熱装置の動作)

次に、上記第2の実施の形態における誘導加熱装置400の動作について説明する

。 [0083] 上記第1の実施の形態と同様に変換されて出力される低周波の交流電力が整合回路部520に供給されると、第2のコンデンサC2が第1のコンデンサC1より遙かに小さいインピーダンスであることから、低周波に対して高周波直列共振回路326を構成する第2のコンデンサC2が開状態となる。このため、高周波整合変圧器522には低周波電流が流れず、低周波整合変圧器521に低周波電流が流れ、低周波直列共振回路325に低周波の交流電力が供給される。この低周波の交流電力の供給により、低周波直列共振回路325が直列共振状態となって被加熱物201を誘導加熱する。

[0084] また、発振回路部310から高周波の交流電力が整合回路部520に供給されると、出力等価インピーダンスが高周波整合変圧器522より低周波整合変圧器521の方が小さく、リアクトルLが負荷コイル等価インダクタンス $N^2 L_0$ より例えば4〜5倍大きいので、高周波に対して低周波直列共振回路325を構成するリアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路が開状態となる。このため、低周波整合変圧器521には高周波電流が流れず、高周波整合変圧器522に高周波電流が流れ、高周波直列共振回路326に高周波の交流電力が供給される。この高周波の交流電力の供給により、高周波直列共振回路326が直列共振状態となって被加熱物201を誘導加熱する。

[0085] (第2の実施の形態の作用効果)

上述したように、第1の実施の形態における誘導加熱装置100の整合回路部320の整合変圧器321に変えて、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326の共振インピーダンスに対応して出力等価インピーダンスを有した低周波整合変圧器521および高周波整合変圧器522を設けている。このため、上述した第2の実施の形態における誘導加熱装置400では、第1の実施の形態における誘導加熱装置100の作用効果の他、低周波整合変圧器521には高周波電流が流れず、また高周波整合変圧器522には低周波電流が流れないので、各整合変圧器521、522が簡単な構成の安価品を利用でき、装置コストの低減を容易に図れる。

[0086] [第3の実施の形態]

(誘導加熱装置の構成)

次に、本発明における第3の実施の形態に係る誘導加熱装置の概略構成について図面を参照して説明する。図4は、第3の実施の形態における誘導加熱装置の概略構成を示す回路図である。

[0087] 図4において、600は誘導加熱装置で、この誘導加熱装置600は、図1および図2に示す第1の実施の形態における誘導加熱装置100と同様の誘導加熱コイル200と、この誘導加熱コイル200に所定の異なる周波数の電力を供給して誘導加熱させる電力供給装置700と、を備えている。そして、電力供給装置700は、第1の実施の形態における誘導加熱装置100と同様の発振回路部310および制御回路部330と、整合回路部720と、を備えている。なお、誘導加熱装置600において、図1に示す誘導加熱装置100と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0088] そして、整合回路部720は、低周波および高周波に対応した異なる2つの直列共振周波数を有し、発振回路部310から出力される高周波あるいは低周波の電力により、誘導加熱コイル200により直列共振し、被加熱物201を誘導加熱する。この整合回路部720は、リアクトルLと、第1のコンデンサC1と、第2のコンデンサC2と、電流変成器322と、を備えている。すなわち、図4に示す誘導加熱装置600は、図1に示す誘導加熱装置100の整合変圧器321を設けない構成である。

[0089] 具体的には、発振回路部310には、リアクトルL、第1のコンデンサC1および電流変成器322の1次巻線322Aが直列に接続されている。さらに、リアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路には、第2のコンデンサC2が並列に接続されている。そして、整合回路部720には、リアクトルL、第1のコンデンサC1および負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ により構成され低周波で直列共振する低周波直列共振回路325が構成されるとともに、第2のコンデンサC2および負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ により構成され高周波で直列共振する高周波直列共振回路326が構成されている。

[0090] (誘導加熱装置の動作)

次に、上記第3の実施の形態における誘導加熱装置600の動作について説明する。

[0091] 上記第1の実施の形態と同様に変換されて出力される低周波の交流電力が整合回路部720に供給されると、第2のコンデンサC2が第1のコンデンサC1より遙かに小さ

いインピーダンスであることから、低周波に対して高周波直列共振回路326を構成する第2のコンデンサC2が開状態となる。このため、低周波電流は、低周波直列共振回路325のリアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路側を流れ、低周波直列共振回路325に低周波の交流電力が供給される。この低周波の交流電力の供給により、低周波直列共振回路325が直列共振状態となって被加熱物201を誘導加熱する。

[0092] また、発振回路部310から高周波の交流電力が整合回路部720に供給されると、リアクトルLが負荷コイル等価インダクタンス $N^2L_0$ より例えば4〜5倍大きいので、高周波に対して低周波直列共振回路325を構成するリアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路が開状態となる。このため、高周波電流は、高周波直列共振回路326の第2のコンデンサC2に流れ、高周波直列共振回路326に高周波の交流電力が供給される。この高周波の交流電力の供給により、高周波直列共振回路326が直列共振状態となって被加熱物201を誘導加熱する。

[0093] (第3の実施の形態の作用効果)

上述したように、第1の実施の形態における誘導加熱装置100整合回路部320の整合変圧器321を設けずに低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326を構成している。このため、より構成を簡略化でき、製造性の向上およびコストの低減がより容易にできる。

[0094] また、発振回路部310に接続したリアクトルL、第1のコンデンサC1および電流変成器322の1次巻線322Aの直列回路のリアクトルLおよび第1のコンデンサC1の直列回路に第2のコンデンサC2を並列に接続し、低周波直列共振回路325および高周波直列共振回路326を構成している。このため、1つの発振回路部310および1つの誘導加熱コイル200で異なる低周波および高周波の2つの周波数で誘導加熱させる構成が容易に得られる。

[0095] 特に、加熱対象の2周波の出力電力が同じ最大電力とならない条件で利用する場合であれば、上記第1の実施の形態および第2の実施の形態より簡略構成であるので有効である。

[0096] [他の実施の形態]

なお、本発明は、上記各実施の形態にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の改良ならびに設計の変更などが可能である。

[0097] 例えば、被加熱物201として、上述したように、表面に複数の凹凸を有した複雑な形状の歯車や複合材料の部材などを加熱処理する構成に限らず、いずれの被加熱物201を誘導加熱してもよい。さらに、誘導負荷としては、誘導加熱コイル200に限らず、誘導電動機など作用させる構成はいずれも対象とできる。

[0098] そして、供給する交流電力としては、いずれの周波数帯で供給することができる。また、この交流電力を供給する構成としても、上述したコンバータ311、インバータ312および平滑コンデンサCfを備えた構成に限られない。

[0099] さらに、インバータ312としては、電圧方形波に変換する電圧型に限らない。

[0100] また、低周波および高周波の2つの周波数に限らず、3つ以上の異なる周波数で電力を供給させる構成としてもよい。具体的には、例えば図5に示すように、整合変圧器321の2次巻線321Bに複数のタップを設けて複数並列に直列共振回路を接続するとともに、各直列共振回路に電流値を検出する電流検出手段をそれぞれ設け、各直列共振回路に対応して複数の同期回路部を設ける。この図5に示すように、誘導負荷で作用させたい状態に対応して直列共振回路を適宜複数設けてそれぞれの共振周波数に対応する交流電力を供給させて作用させることができるので、汎用性を向上できる。

[0101] さらに、図1および図2に示す第1の実施の形態において、例えば低周波電流センサなどの低周波電流検出手段333Aにより検出する整合回路部320の低周波直列共振回路325の周波電流、および、例えば高周波電流センサなどの高周波電流検出手段334Aにより検出する整合回路部320の高周波直列共振回路326の周波電流を、電流変成器322の1次巻線322Aと第1のコンデンサC1および第2のコンデンサC2との間でそれぞれ検出して説明したが、例えば図6に示すように、整合変圧器321の1次巻線321Aとインバータ312との間で検出してもよい。すなわち、低周波電流検出手段333Aおよび高周波電流検出手段334Aと、低周波同期回路部333および高周波同期回路部334との間に、スイッチなどの切替手段800を接続し、切替手段800による切り替え動作により、第1の実施の形態と同様に低周波同期回路部3



33および高周波同期回路部334で同期処理してもよい。

- [0102] その他、本発明の実施の際の具体的な構造および手順などは、本発明の目的を達成できる範囲で他の構成に変更するなどしてもよい。

#### 産業上の利用可能性

- [0103] 本発明は、異なる周波数の電力を供給する電力供給装置および誘導加熱装置として利用できる。

## 請求の範囲

- [1] 誘導負荷に異なる周波数の電力を供給して作用させる電力供給装置であって、異なる周波数の交流電力を出力する発振回路部と、前記異なる周波数に対応し前記誘導負荷とにより共振回路を複数構成する整合回路部と、前記整合回路部のいずれかの共振回路に前記発振回路部から供給される交流電力の周波数を、所定の共振周波数で供給する状態に制御する制御回路部と、を具備したことを特徴とした電力供給装置。
- [2] 請求項1に記載の電力供給装置であって、前記整合回路部は、複数の負荷共振インピーダンスを略同一の発振器出力インピーダンスに変換する変圧器を備えたことを特徴とした電力供給装置。
- [3] 請求項2に記載の電力供給装置であって、前記変圧器は、前記発振回路部に接続され交流電力が供給される1次巻線と、複数の異なる負荷共振インピーダンスを略同一の発振器出力インピーダンスに変換させるタップを有した2次巻線とを備えたことを特徴とした電力供給装置。
- [4] 請求項2に記載の電力供給装置であって、前記変圧器は、負荷共振インピーダンスを発振器出力インピーダンスに変換させる共振回路毎に複数設けられたことを特徴とした電力供給装置。
- [5] 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の電力供給装置であって、前記制御回路部は、前記発振回路部から出力させる交流電力の周波数を、前記誘導負荷を作用させる状態に対応して切り替える周波電力比率制御回路部を備えたことを特徴とした電力供給装置。
- [6] 請求項5に記載の電力供給装置であって、前記周波電力比率制御回路部は、入力手段の入力操作にて設定された前記誘導

負荷を作用させる状態に関する設定入力信号に基づいて前記発振回路部から出力させる交流電力の周波数を設定する

ことを特徴とした電力供給装置。

[7] 請求項5または請求項6に記載の電力供給装置であって、

前記周波電力制御回路部は、前記発振回路部から出力される低周波の出力周波数がインピーダンスの周波数特性で所定の直列共振周波数となる状態に発振回路部の発信周波数を制御させる低周波同期回路部と、前記発振回路部から出力させる高周波の出力周波数が所定のインピーダンスの周波数特性で所定の直列共振周波数となる状態に発振回路部の発信周波数を制御させる高周波同期回路部と、低周波および高周波を切り替える周波数電力制御回路と、を備えた

ことを特徴とした電力供給装置。

[8] 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の電力供給装置であって、

前記制御回路部は、前記発振回路部から出力させる交流電力の周波数を、周期単位で切替制御する周波電力比率制御回路部を備えた

ことを特徴とした電力供給装置。

[9] 請求項8に記載の電力供給装置であって、

前記周波電力比率制御回路部は、入力手段の入力操作にて設定された前記誘導負荷を作用させる状態に関する設定入力信号に基づいて、切り替えるそれぞれ周波数の時間配分を変更可能である

ことを特徴とした電力供給装置。

[10] 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の電力供給装置であって、

前記制御回路部は、前記共振回路に流れる周波電流に基づいて前記発振回路部から出力する交流電力の周波数を制御する

ことを特徴とした電力供給装置。

[11] 請求項10に記載の電力供給装置であって、

前記制御回路部は、

前記発振回路部から供給される交流電力の周波数毎に対応して設けられた同期制御回路部と、

前記発振回路部から所定の周波数に対して交流電力を供給しない休止期間に移行する際に前記所定の周波数に関する周期情報を記憶する記憶手段と、を備え、

前記所定の周波数に対して交流電力を供給する動作期間に移行する際に前記記憶手段に記憶された同期情報に基づいて前記同期制御回路部にて同期制御をすることを特徴とした電力供給装置。

- [12] 請求項1ないし請求項11のいずれかに記載の電力供給装置であって、  
前記制御回路部は、前記発振回路部から出力させる交流電力の出力を変更する出力制御回路部を備えた  
ことを特徴とした電力供給装置。

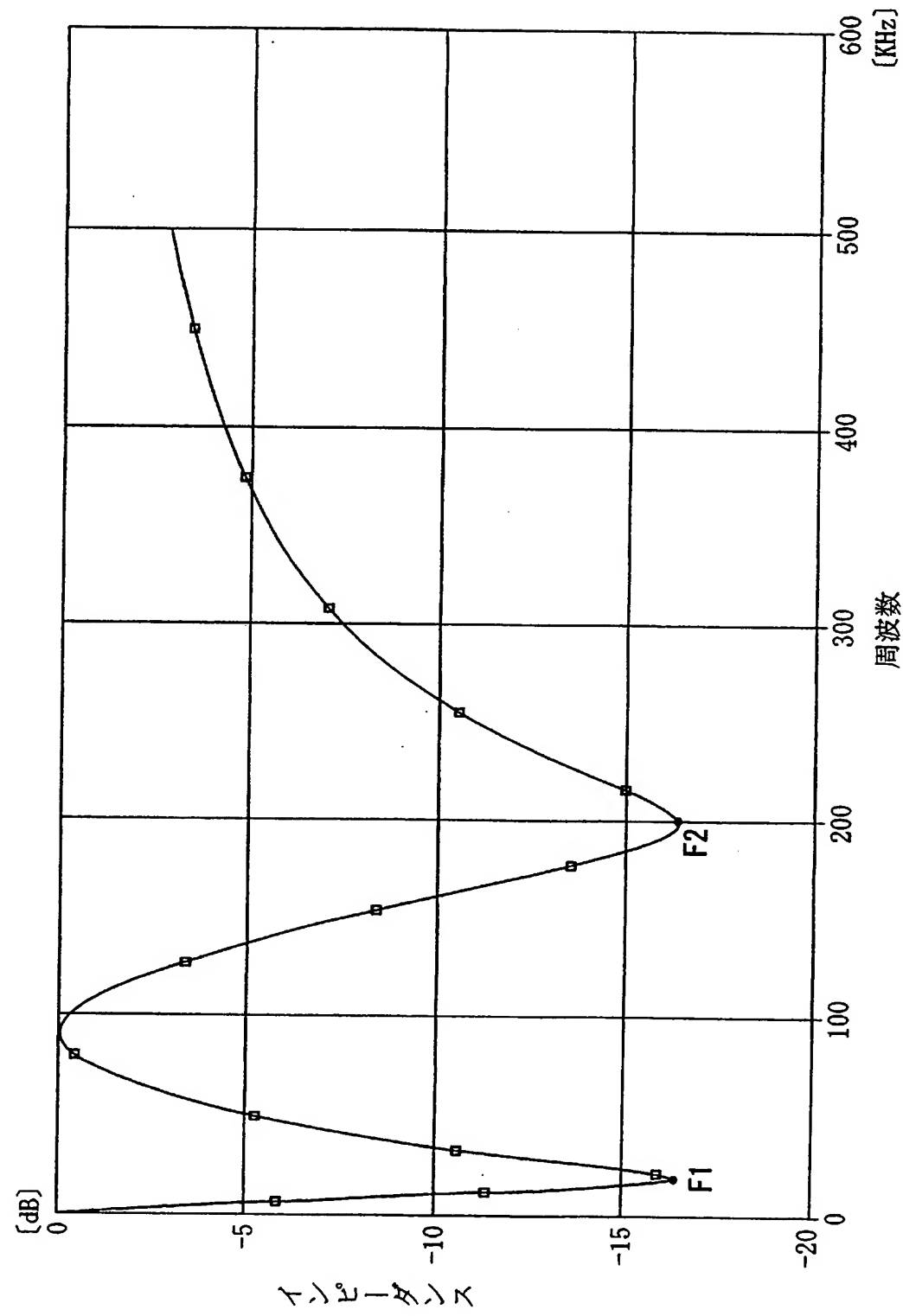
- [13] 請求項12に記載の電力供給装置であって、  
前記発振回路部は、交流電力を所定の直流電力に変換する順変換回路部と、この順変換回路部にて変換した直流電力を所定の交流電力に変換する逆変換回路部とを備え、  
前記出力制御回路部は、順変換回路部から出力する直流電力の出力値をフィードバック制御する  
ことを特徴とした電力供給装置。

- [14] 請求項1ないし請求項13のいずれかに記載の電力供給装置であって、  
前記発振回路部は、直流電力を電圧方形波の交流電力に変換する逆変換回路部を備えた  
ことを特徴とした電力供給装置。

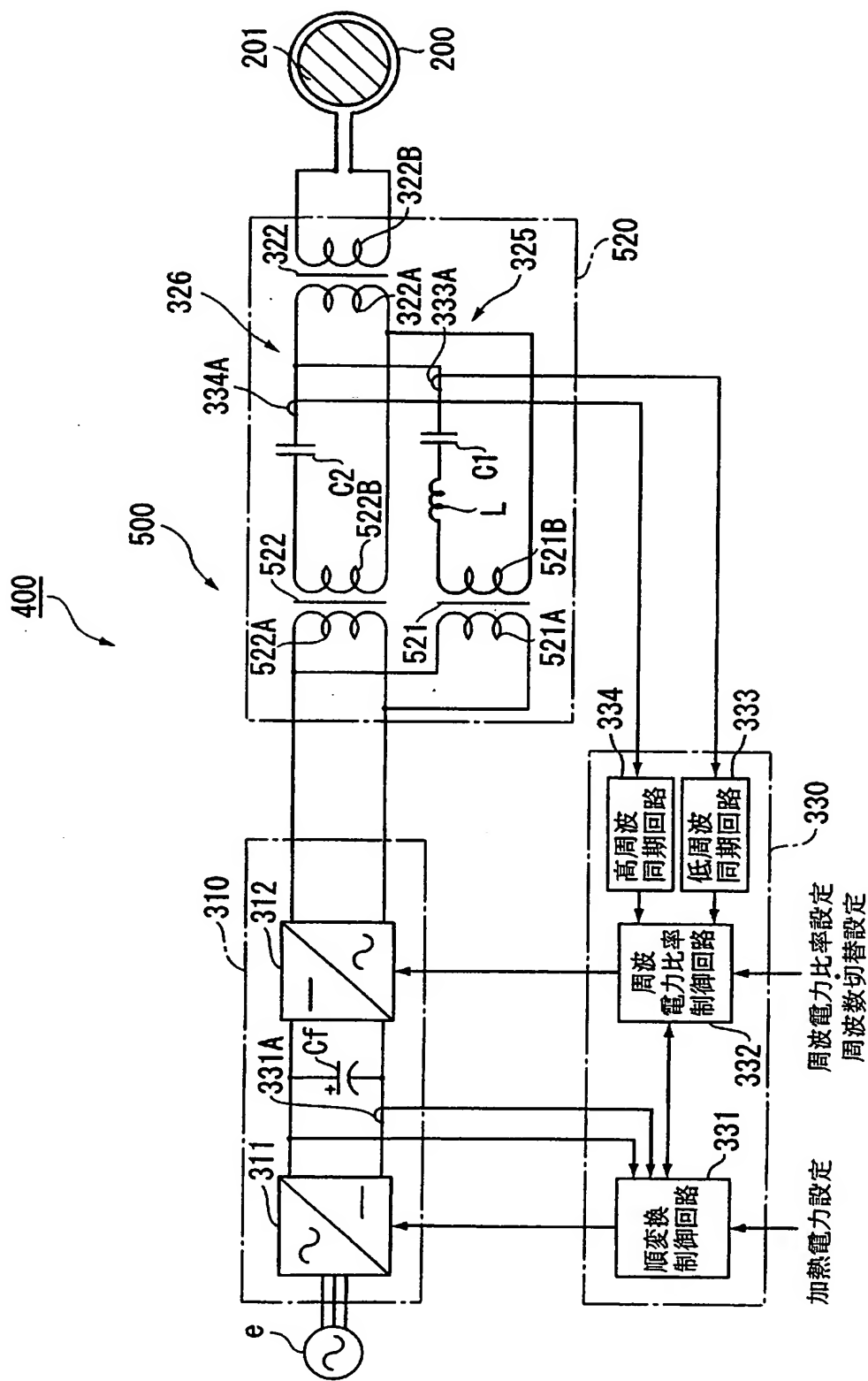
- [15] 請求項1ないし請求項14のいずれかに記載の電力供給装置と、  
この電力供給装置から供給される異なる周波数の電力により被加熱物を誘導加熱する誘導加熱コイルと、  
を具備したことを特徴とした誘導加熱装置。



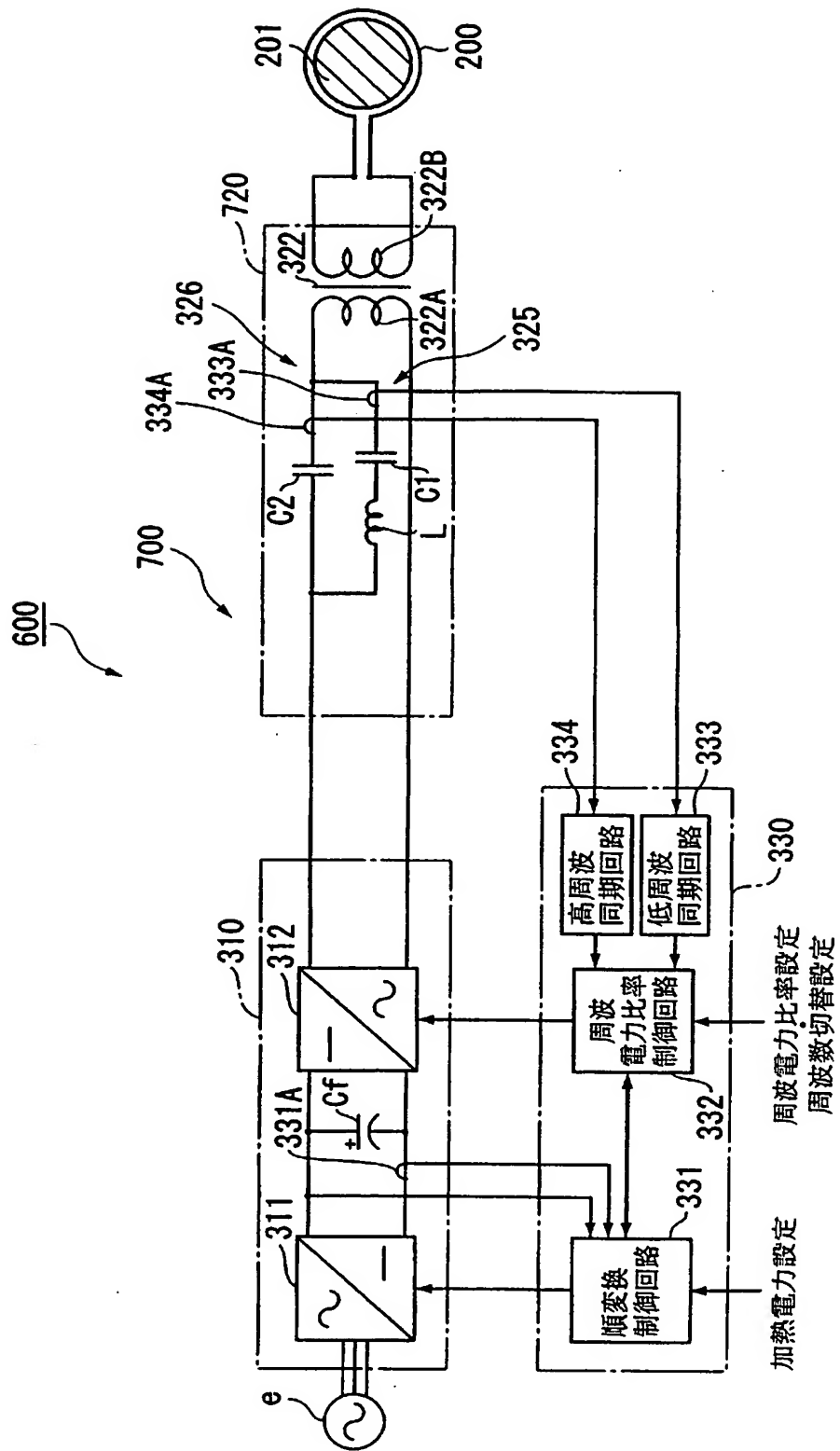
[図2]



[図3]

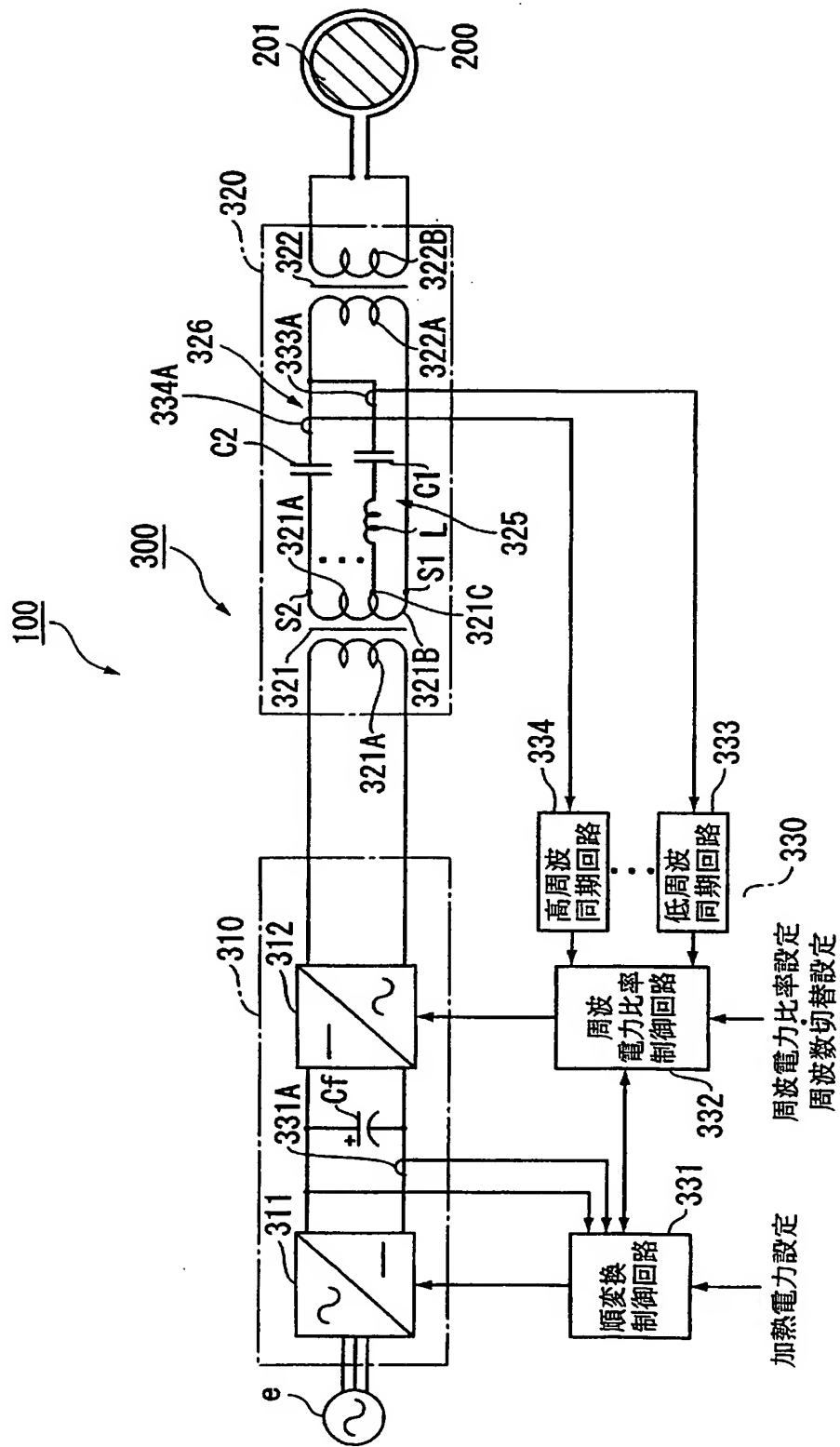


[図4]

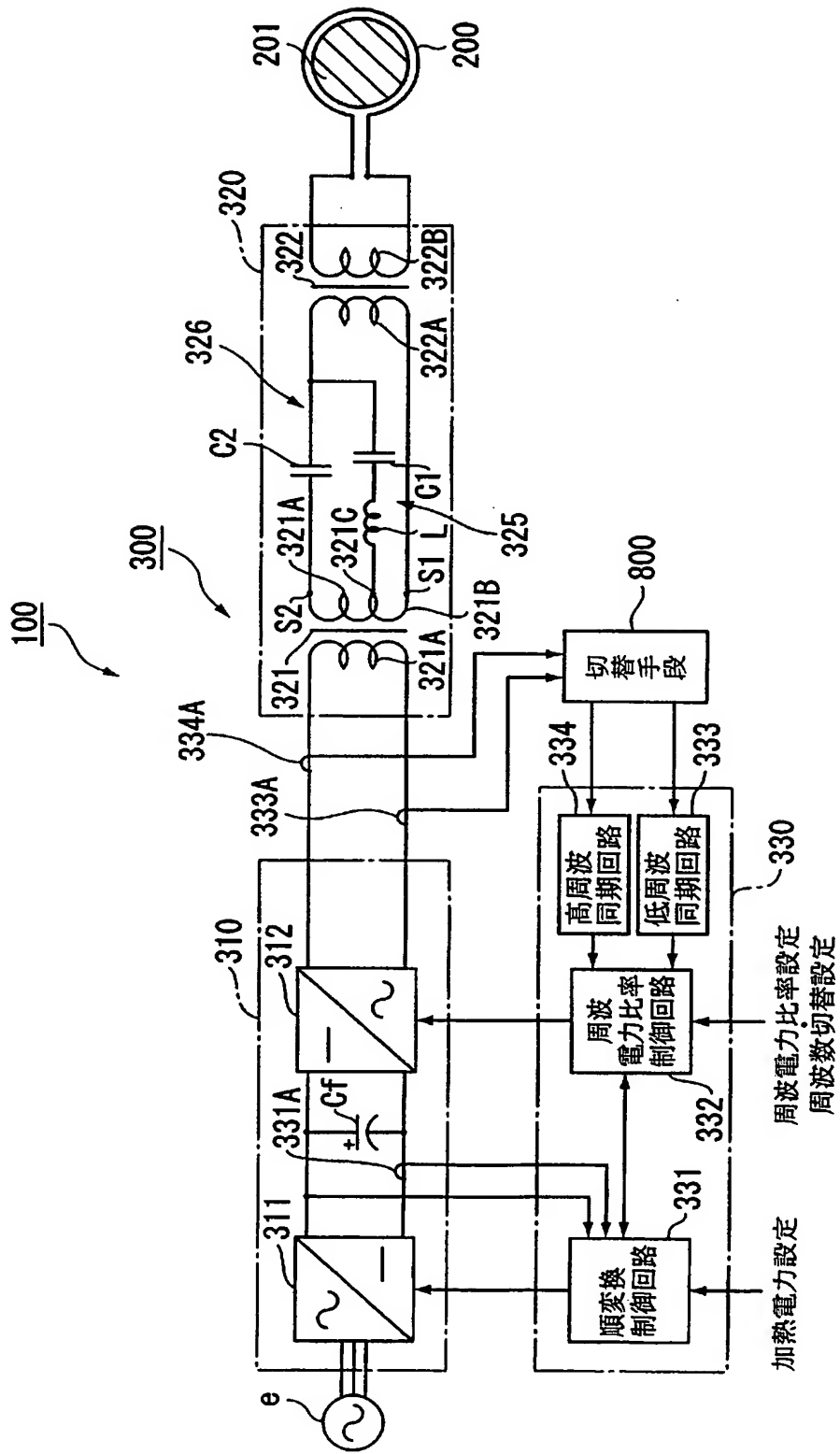




[図5]



[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011906

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H02P7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H02P7/48-7/5395Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2002-367763 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 20 December, 2002 (20.12.02), (Family: none)	1, 14, 15 5-7, 10-13 2-4, 8, 9
Y	JP 2001-112268 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 20 April, 2001 (20.04.01), (Family: none)	5-7
Y	JP 2002-171766 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 14 June, 2002 (14.06.02), (Family: none)	10, 11
Y	JP 11-262265 A (Toshiba Corp.), 24 September, 1999 (24.09.99), & CN 1229305 A & TW 441158 B	12, 13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 November, 2004 (16.11.04)Date of mailing of the international search report  
14 December, 2004 (14.12.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> H02P7/48

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> H02P7/48-7/5395

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P 2002-367763 A (三井造船株式会社) 20. 12. 2002 (ファミリーなし)	1, 14, 15 5-7, 10-13 2-4, 8, 9
Y	J P 2001-112268 A (富士電機株式会社) 20. 04. 2001 (ファミリーなし)	5-7
Y	J P 2002-171766 A (富士電機株式会社) 14. 06. 2002 (ファミリーなし)	10, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 11. 2004

国際調査報告の発送日

14.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 尾家 英樹

3 V

9 3 3 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-262265 A (株式会社東芝) 24. 09. 1999 & CN 1229305 A & TW 441158 B	12, 13